



Please type a plus sign (+) inside this box → ☐

# TRANSMITTAL FORM

(to be used for all correspondence after initial filing)

Application Number	10/663,916
Filing Date	September 17, 2003
Inventor(s)	Sebastien EDME et al.
Group Art Unit	Unknown
Examiner Name	Unknown
Attorney Docket Number	32860-000637/US

## ENCLOSURES (check all that apply)

<input type="checkbox"/> Fee Transmittal Form <input type="checkbox"/> Fee Attached <input type="checkbox"/> Amendment / Response <input type="checkbox"/> After Final <input type="checkbox"/> Affidavits/declaration(s) <input type="checkbox"/> Extension of Time Request <input type="checkbox"/> Express Abandonment Request <input type="checkbox"/> Information Disclosure Statement <input checked="" type="checkbox"/> Certified Copy of Priority Document(s) <input type="checkbox"/> Response to Missing Parts/ Incomplete Application <input type="checkbox"/> Response to Missing Parts under 37 CFR 1.52 or 1.53	<input type="checkbox"/> Assignment Papers (for an Application) <input type="checkbox"/> Letter to the Official Draftsperson and _____ Sheet of Formal Drawing(s) <input type="checkbox"/> Licensing-related Papers <input type="checkbox"/> Petition <input type="checkbox"/> Petition to Convert to a Provisional Application <input type="checkbox"/> Power of Attorney, Revocation Change of Correspondence Address <input type="checkbox"/> Terminal Disclaimer <input type="checkbox"/> Request for Refund <input type="checkbox"/> CD, Number of CD(s) _____	<input type="checkbox"/> After Allowance Communication to Group <input type="checkbox"/> Appeal Communication to Board of Appeals and Interferences <input type="checkbox"/> Appeal Communication to Group (Appeal Notice, Brief, Reply Brief) <input type="checkbox"/> Proprietary Information <input type="checkbox"/> Status Letter <input checked="" type="checkbox"/> Other Enclosure(s) (please identify below): <b>Priority Letter</b>
<div>Remarks</div>		

## SIGNATURE OF APPLICANT, ATTORNEY, OR AGENT

Firm or Individual name	Harness, Dickey & Pierce, P.L.C.	Attorney Name	Donald J. Daley	Reg. No.	34,313
Signature					
Date	October 8, 2003				



PATENT  
32860-000637/US

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant(s): Sebastien EDME et al.  
Application No.: 10/663,916  
Filed: September 17, 2003  
For: ARRANGEMENT AND METHOD FOR PROCESSING  
ELECTRICAL SUBSTRATES USING LASERS

---

**PRIORITY LETTER**

Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

October 8, 2003

Dear Sirs:

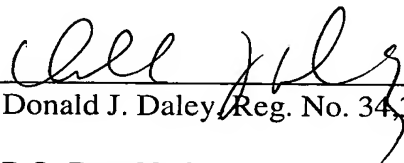
Pursuant to the provisions of 35 U.S.C. 119, enclosed is a certified copy of the following priority document.

<b><u>Application No.</u></b>	<b><u>Date Filed</u></b>	<b><u>Country</u></b>
10307309.4	February 20, 2003	GERMANY

In support of Applicant's priority claim, please enter this document into the file.

Respectfully submitted,

HARNESS, DICKY, & PIERCE, P.L.C.

By   
Donald J. Daley, Reg. No. 34,313

P.O. Box 8910  
Reston, Virginia 20195  
(703) 668-8000

DJD/bof  
Attachment



## Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

**Aktenzeichen:** 103 07 309.4

**Anmeldetag:** 20. Februar 2003

**Anmelder/Inhaber:** Siemens Aktiengesellschaft, München/DE

**Bezeichnung:** Vorrichtung und Verfahren zur Bearbeitung von elektrischen Schaltungssubstraten mittels Laser

**IPC:** H 05 K, B 23 K

**Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.**

München, den 23. September 2003  
**Deutsches Patent- und Markenamt**  
**Der Präsident**  
Im Auftrag

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'B. G. G.', is written over a faint, stylized stamp that reads 'Brecht'.

## Beschreibung

Vorrichtung und Verfahren zur Bearbeitung von elektrischen Schaltungssubstraten mittels Laser

5

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Bearbeitung von elektrischen Schaltungssubstraten mit

- einer Werkstückaufnahme zur Halterung und Positionierung des Substrats,
- 10 - einer Laserquelle mit einem diodengepumpten, gütegesteuerten, gepulsten Festkörperlaser,
- einer Ablenkeinheit,
- einer Abbildungseinheit und
- einer Steuerung zur Einstellung der Betriebskenngrößen des
- 15 Lasers.

Es ist grundsätzlich bekannt, bei der Bearbeitung von Leiterplatten und vergleichbaren elektrischen Schaltungssubstraten die Energie eines Laserstrahls einzusetzen. So ist aus

20 der US 5 593 606 die Verwendung eines UV-Lasersystems mit einem kontinuierlich gepumpten, gütegeschalteten Nd:YAG-Laser zum Bohren von Mikrolöchern in einem Mehrschichtsubstrat bekannt. Typischerweise werden dort Wiederholfrequenzen von bis zu 5 kHz verwendet.

25

Aus der EP 931 439 B1 ist ein Verfahren zur Bildung von mindestens zwei Verdrahtungsebenen auf elektrisch isolierenden Unterlagen bekannt, wobei ein Laser, vorzugsweise eine Nd-YAG-Laser sowohl zum Bohren von Sacklöchern als auch zur

30 Strukturierung von Leiterbahnen verwendet wird. Bei der Bildung von Leiterbahnen kann entweder die Metallschicht selbst unmittelbar durch den Laser durch partielles Abtragen strukturiert werden, oder es ist auch möglich, eine auf der Metallschicht liegenden Ätzresistschicht mit dem Laser partiell

35 abzutragen und den dadurch freigelegten Bereich der Metallschicht dann abzuätzen.

von mittlerer Laserleistung und Wiederholfrequenzen zu betreiben.

Durch die erfindungsgemäß vorgesehene Auswahl des Lasers mit  
5 einem bisher nicht bekannten Spektrum der Kennwerte und einer  
Steuerung, die für die jeweils vorgesehene Art der Substrat-  
bearbeitung eine vorgegebene Kombination an Kenndaten einzu-  
stellen vermag, ist es möglich, alle für die Leiterplattenbe-  
10 reitung vorkommenden Laser-Bearbeitungsschritte, wie Boh-  
ren, Abtragen von Metallschichten oder von Ätzresistschichten  
bis hin zum bloßen Belichten von fotoempfindlichen Lacken,  
mit einer einzigen Laserquelle vorzunehmen. Entsprechend ver-  
einfacht sich der Aufwand für die Bereitstellung von Ferti-  
15 gungseinrichtungen und für die Umrüstungen zwischen verschie-  
denen Fertigungsschritten.

Vorzugsweise wird die erfindungsgemäße Vorrichtung mit einem  
Laser mit einer Wellenlänge zwischen 350 und 550 nm, insbe-  
sondere einem UV-Laser mit 355 nm Wellenlänge, betrieben.

20

Wie erwähnt, können für bestimmte, in Betracht kommende Bear-  
beitungsschritte vorgegebene Kombinationen der Laser-  
Kennwerte vorgesehen werden. So kann der Laser eine erste Be-  
triebsart zum Abtragen von Schichten aufweisen, bei der er  
25 mit einer mittleren Laserleistung von etwa 1 bis 2 W und ei-  
ner Wiederholfrequenz von etwa 60 bis 80 kHz betrieben wird.  
Dabei sei angemerkt, daß die etwas höhere Laserleistung und  
die etwas geringere Wiederholfrequenz für das Strukturieren  
von beispielsweise metallischen Schichten und die etwas ge-  
30 ringere Laserleistung von etwa 1 W mit der etwas höheren Wie-  
derholfrequenz von 80 kHz für das Abtragen von nichtmetalli-  
schen Schichten, wie Lötstoplack, kombiniert wird. In einer  
zweiten Betriebsart zum Bohren von Löchern in metallischen  
und dielektrischen Schichten des Schaltungssubstrats kann der  
35 Laser beispielsweise auf eine mittlere Laserleistung von 3  
bis 4 W und eine Wiederholfrequenz von 10 bis 30 kHz einge-  
stellt werden. In einer dritten Betriebsart zum Belichten von

quenz von 200 kHz bis 1 MHz und einer Pulslänge von 100 bis 200 ns, vorzugsweise 120 ns,

- das Substrat wird mit dem Laserstrahl in der eingestellten Betriebsart bearbeitet, wobei der Laserstrahl mittels einer Galvospiegel-Ablenkeinheit mit einer Geschwindigkeit von 300 bis 600 mm/s bewegt wird.

In einer bevorzugten Ausgestaltung wird die in der Betriebsart c) belichtete fotosensitive Schicht in einem weiteren Schritt entwickelt, und danach werden die nicht belichteten Flächen der Schicht entfernt.

Die Erfindung wird nachfolgend an Ausführungsbeispielen anhand der Zeichnung näher erläutert:

Es zeigt

Figur 1 den schematischen Aufbau einer erfindungsgemäß gestalteten Laser-Bearbeitungsvorrichtung mit einem zum Bohren von Löchern vorgesehenen Substrat,

Figur 2 ein schematisch dargestelltes Substrat, bei dem mit dem Laserstrahl eine Ätzresistschicht strukturiert und das freigelegte Muster anschließend geätzt wird,

Figur 3 ein schematisch gezeigtes Substrat, bei dem eine metallische Oberflächenschicht unmittelbar mit dem Laserstrahl strukturiert wird,

Figur 4 ein schematisch dargestelltes Substrat, bei dem eine auf eine Metallschicht aufgebrachte fotosensitive Schicht mit dem Laser belichtet wird, und

Figur 5 ein Substrat in Draufsicht, bei dem gemäß Figur 4 eine Spur mit einem Laser belichtet und dann ausgewaschen werde.

In Figur 1 ist der Aufbau einer Laserbearbeitungsvorrichtung schematisch gezeigt. Kernstück ist ein Laser 1, der als diodengepumpter, gütegesteuerter, gepulster Festkörperlaser für die Zwecke der Erfindung ausgelegt ist. Der von dieser Laserquelle ausgehende Laserstrahl 2 wird über eine Ablenkeinheit 3 mit zwei Galvospiegeln 31 und 32 und eine vorzugsweise aus

soll, so wird der Laser so eingestellt, daß er eine mittlere Laserleistung von beispielsweise 3,5 bis 4 W bei einer Wiederholfrequenz von 10 bis 30 kHz und einer Pulslänge von 30 bis 50 ns abgibt. Der Laser selbst ist in diesem Fall vorzugsweise ein UV-Laser mit 355 nm Wellenlänge. Es könnte aber auch ein Laser mit einer Wellenlänge von 532 nm verwendet werden. Ist der Laser nun auf die vorgegebene Leistung für die Bohrbetriebsart eingestellt, so werden die erforderlichen Löcher 14 in dem Substrat 10 gebohrt, wobei beispielsweise der Laserstrahl eine bestimmte Anzahl von Kreisbewegungen ausführen muß, um einerseits die metallische Schicht 12 und andererseits die dielektrische Schicht 11 in dem gewünschten Bohrloch abzutragen.

Soll nun auf dem Substrat 10 in einem anderen Arbeitsgang eine Strukturierung durch Ätzen von Leiterbahnen vorgenommen werden, so kann gemäß Figur 2 auf die Metallschicht 12 zunächst eine Ätzresistschicht 15 aufgebracht werden, welche mit dem Laser nach einem vorgegebenen Muster in Bereichen 15a abgetragen wird, damit in diesen Bereichen die Metallschicht 12 freiliegt und danach abgeätzt werden kann. Der Laserstrahl, der in dieser Figur als 2-2 bezeichnet ist, wird über die Steuereinheit so eingestellt, daß er zum Abtragen des Ätzresists beispielsweise eine mittlere Laserleistung von etwa 1 W bei einer Wiederholfrequenz von 80 kHz und einer Pulslänge von 60 ns aufweist. Diese Werte sind nur Beispielsangaben, da die genaue Einstellung im einzelnen von der abzutragenden Schicht, ihrer Beschaffenheit, ihrer Dicke und dergleichen, abhängt.

In Figur 3 ist beispielsweise gezeigt, wie mit einem Laserstrahl 2-3 eine Metallschicht 12 unmittelbar nach einem vorgegebenen Leiterbahnmuster strukturiert, d.h. partiell abgetragen wird. Die metallische Schicht 12 bleibt also nur dort bestehen, wo Leiterbahnen gewünscht sind, während in den Bereichen 12a die dielektrische Schicht 11 freigelegt ist. Zu diesem Zweck wird der Laserstrahl 2-3 über die Steuereinrich-

den, so daß die Metallschicht in voller Breite b2 abgeätzt werden kann.

- 5 Durch diese mit der Erfindung gegebene Möglichkeit kann auch die Belichtung mit der gleichen Lasereinrichtung wie die Strukturierung oder das Bohren vorgenommen werden. Dabei sind die erzielbaren Linien und Zwischenräume der angestrebten Strukturen durch den Durchmesser des fokussierten Laserflecks  
10 vorgegeben, ferner durch die Empfindlichkeit des Fotoresists und die Wiederholrate der Laserpulse. Mathematisch betrachtet ist die erzielbare Linienbreite eine Faltung der räumlichen Strahlverteilung im Fokus mit der spektralen Empfindlichkeit des Fotoresists. Obwohl es sich um einen gepulsten Laser-  
15 strahl handelt, erzielt man durch die Überlagerung der aufeinanderfolgenden Pulse eine gerade, durchgehende Linie. Durch die entsprechende Einstellung der Laser-Wiederholfrequenz und der Ablenkgeschwindigkeit der Galvospiegel wird so erreicht, daß das Fotoresist nicht abgetragen, sondern belichtet wird, so daß der gleiche Effekt wie  
20 bei dem häufig verwendeten cw-Ar<sup>+</sup>-Laser erzielt wird. Mit den oben angegebenen Werten kann man beispielsweise Linienbreiten von etwa 30 µm erzeugen.



schen (12) und dielektrischen Schichten (11) des Schaltungs-  
substrats (10) aufweist, bei der er mit einer mittleren La-  
serleistung von 3 bis 4 W und einer Wiederholfrequenz von 10  
bis 30 kHz betrieben wird.

5

5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß der Laser  
eine dritte Betriebsart zum Belichten von fotosensitiven  
Schichten (16) aufweist, bei der er mit einer mittleren La-  
serleistung in der Größenordnung von 100 mW und einer Wieder-  
holfrequenz von 200 kHz bis 1 MHz betrieben wird.

10

6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß als Ablenk-  
einheit eine Galvanometer-Spiegeleinheit (3) mit einer Ab-  
lenkgeschwindigkeit von 100 bis 600 mm/s verwendet ist.

15

7. Verfahren zur Bearbeitung eines elektrischen Schaltungs-  
substrats, wobei ein Laser (1) mit einer Wellenlänge zwischen  
etwa 266 nm und etwa 1064 nm, einer Pulswiederholrate zwi-  
schen 1 kHz und 1 MHz, einer Pulslänge zwischen 30 ns und 200  
ns und einer mittleren Laserleistung zwischen ca. 0,1 W bis  
ca. 5 W verwendet wird, mit folgenden Schritten:

20

- das Substrat (10) wird auf einer Werkstückaufnahme (5) fi-  
xiert und positioniert,

25

- der Laserstrahl (2) wird über eine Steuereinheit (6) auf  
eine der folgenden Betriebsarten eingestellt:

a) Bohren von Löchern (14) mit einer mittleren Laserleis-  
tung von 3 bis 5 W, einer Wiederholfrequenz von etwa 10

30

bis 30 kHz und einer Pulslänge von etwa 30 bis 50 ns,

b) Strukturieren bzw. Abtragung von metallischen oder die-  
lektrischen Schichten (15,12) mit einer mittleren Laser-  
leistung von 1 bis 2 W, einer Wiederholfrequenz von etwa  
50 bis 90, vorzugsweise 60 bis 80 kHz, und einer Pulslänge  
von etwa 50 bis 60 ns,

35

c) Belichten einer fotosensitiven Schicht (16) mit einer  
mittleren Laserleistung von annähernd 0,1 W, einer Wieder-

## Zusammenfassung

Vorrichtung und Verfahren zur Bearbeitung von elektrischen Schaltungssubstraten mittels Laser

5

10

15

20

Zur Bearbeitung von elektrischen Schaltungssubstraten wird eine Laserquelle (1) mit einem diodengepumpten, gütegesteuerten, gepulsten Festkörper-Laser verwendet, der eine Laserstrahlung mit einer Wellenlänge zwischen 266 nm und 1064 nm, einer Pulswiederholrate zwischen 1 kHz und 1 MHz und einer Pulslänge von 30 ns bis 200 ns bei einer mittleren Laserleistung zwischen 0,1 W und ca. 5 W abzugeben vermag, wobei über eine Steuerung je nach Anwendungsfall vorgegebene Betriebsarten mit entsprechend unterschiedlichen Kombinationen von Laserleistung und Wiederholfrequenzen eingestellt werden können, um wahlweise mit dem gleichen Laser eine Bohrbetriebsart, eine Ablationsbetriebsart oder eine Belichtungsbetriebsart auszuführen. Mittels einer ebenfalls durch die Steuereinheit einstellbaren Galvospiegel-Ablenkeinheit wird der Laserstrahl auf dem Substrat entsprechend der jeweiligen Betriebsart abgelenkt.

FIG 1

25

FIG 1

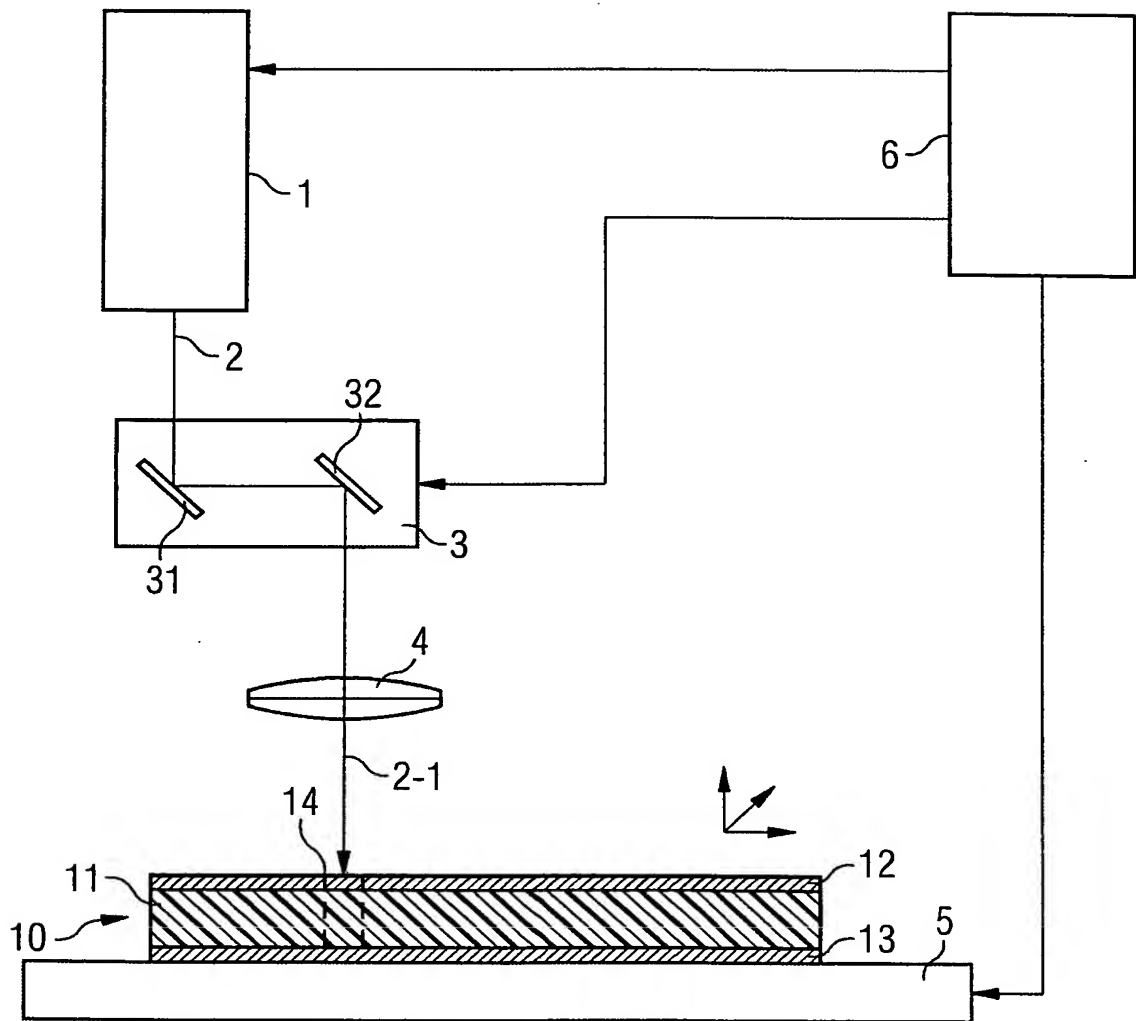


FIG 2

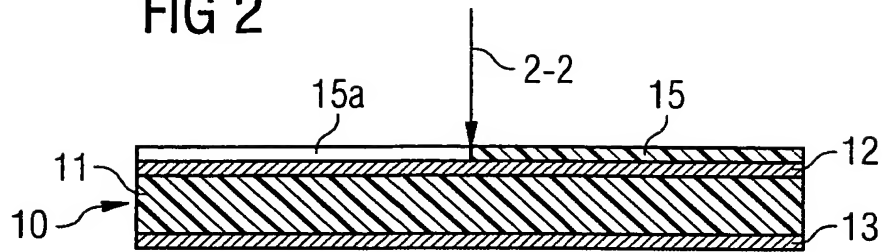


FIG 3

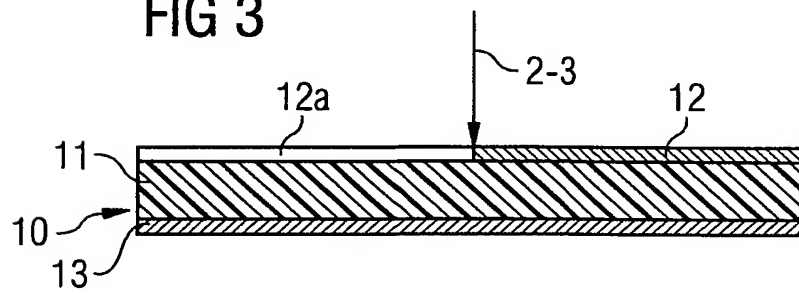


FIG 4

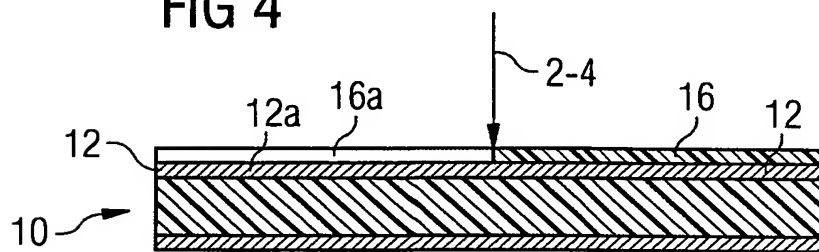


FIG 5

